

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-295057

(43)Date of publication of application : 15.10.2003

(51)Int.Cl.

G02B 15/16  
G02B 7/02  
G02B 7/04  
G02B 7/10  
G02B 13/18  
G03B 5/00  
H04N 5/225

(21)Application number : 2002-102764

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 04.04.2002

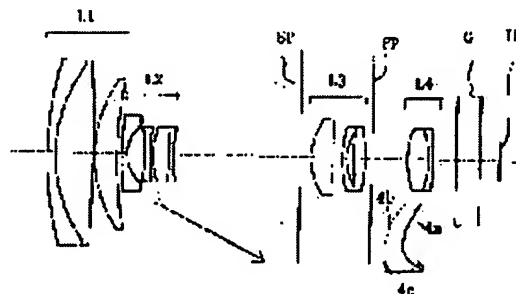
(72)Inventor : NANBA NORIHIRO  
HAMANO HIROYUKI

(54) ZOOM LENS AND OPTICAL EQUIPMENT HAVING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a zoom lens realizing the stabilization of a photographic image by optically correcting a blurring of the photographic image when the lens is vibrated (tilted) and obtaining a still picture, and optical equipment having the zoom lens.

SOLUTION: The zoom lens has a 1st lens group having positive refractive power, a 2nd lens group provided with a variable power function and having negative refractive power, a 3rd lens group having positive refractive power, and a 4th lens group correcting an image surface fluctuated by variable power and provided with a focusing function and having positive refractive power in order from an object side. The lens constitution of each lens group is appropriately set, and the entire 3rd lens group is moved in a direction perpendicular to an optical axis, so as to correct a blurring of the image.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.03.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-295057

(P2003-295057A)

(43) 公開日 平成15年10月15日 (2003. 10. 15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	フォーマット (参考)
G 0 2 B 15/16		C 0 2 B 15/16	2 H 0 4 4
7/02		7/02	Z 2 H 0 8 7
7/04		7/10	C 5 C 0 2 2
7/10		13/18	
13/18		C 0 3 B 5/00	J
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2002-102764(P2002-102764)

(22) 出願日 平成14年4月4日 (2002. 4. 4)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 難波 則廣

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 浜野 博之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

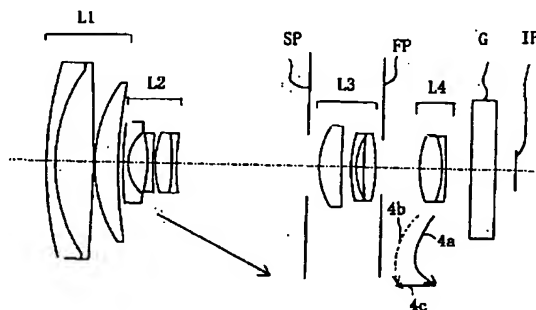
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを有する光学機器

(57) 【要約】

【課題】 振動（傾動）した時の撮影画像ぶれを光学的に補正して静止画像を得るようにし撮影画像の安定化を図ったズームレンズ及びそれを有する光学機器を得ること。

【解決手段】 物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群、変倍機能を有する負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、変倍により変動する像面を補正すると共に合焦機能を有する正の屈折力の第4レンズ群を有し、各レンズ群のレンズ構成を適切に設定し、第3レンズ群全体を光軸と垂直方向に移動させて画像のぶれを補正すること。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群、変倍機能を有する負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、変倍により変動する像面を補正すると共に合焦機能を有する正の屈折力の第4レンズ群を有するズームレンズにおいて、

該第2レンズ群は物体側より順に、屈折力の絶対値が物体側に比べ像側に強く、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負の第21レンズ、負の第22レンズ、物体側に凸面を向けた正の第23レンズ、負の第24レンズからなり、第3レンズ群は物体側より順に、物体側に凸面を向けた正の第31レンズ、像側に凹面を向けた負の第32レンズ、正の第33レンズからなり、第4レンズ群は正レンズ、負レンズからなり、該第32レンズの像側のレンズ面の曲率半径を $R32b$ 、該第33レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を $R33a$ 、該第3レンズ群の焦点距離を $f3$ 、広角端での全系の焦点距離を $fw$ とするとき、

$$0.1 < R32b / R33a < 0.9$$

$$3.0 < f3 / fw < 4.0$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 前記第32レンズの焦点距離を $f32$ 、前記第2レンズ群の焦点距離を $f2$ 、前記第4レンズ群の焦点距離を $f4$ とするとき、

$$0.8 < |f32| / f3 < 1.35$$

$$1.0 < |f2| / fw < 1.5$$

$$3.1 < f4 / fw < 4.1$$

を満足することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項3】 前記第31レンズは、物体側に凸面を向けたメニスカス形状でかつ物体側のレンズ面が非球面であることを特徴とする請求項2のズームレンズ。

【請求項4】 物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群、変倍機能を有する負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、変倍により変動する像面を補正すると共に合焦機能を有する正の屈折力の第4レンズ群を有したズームレンズにおいて、

該第2レンズ群は物体側より順に、屈折力の絶対値が物体側に比べ像側に強く、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負の第21レンズ、負の第22レンズ、物体側に凸面を向けた正の第23レンズ、負の第24レンズからなり、該第3レンズ群は物体側より順に、物体側に凸面を向けた正の第31レンズ、像側に凹面を向けた負の第32レンズ、正の第33レンズからなり、該第4レンズ群は正レンズ、負レンズからなり、該第32レンズの像側のレンズ面の曲率半径を $R32b$ 、該第33レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を $R33a$ 、該第31レンズの材料の屈折率を $N31$ 、該第33レンズの材料のアッベ数を $\nu33$ とするとき、

$$0.1 < R32b / R33a < 0.9$$

$$1.55 < N31 < 1.85$$

$$65 < \nu33$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項5】 前記第31レンズは、物体側に凸面を向けたメニスカス形状でかつ両レンズ面とも非球面であることを特徴とする請求項4のズームレンズ。

【請求項6】 前記第31レンズの物体側のレンズ面の曲率半径と3次非球面係数を各々 $R31a$ 、 $A'31$ とするとき、

$$0.001 < R31a \times (|A'31|)^{1/2} < 0.2$$

を満足することを特徴とする請求項5のズームレンズ。

【請求項7】 前記第3レンズ群全体を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて結像位置を変位させることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のズームレンズ

【請求項8】 撮像素子上に像を形成する為の光学系であることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項9】 請求項1～8のいずれか1項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する撮像素子を有することを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スチルカメラ、ビデオカメラ、銀塩写真用カメラそしてデジタルスチルカメラ等に好適なズームレンズ及びそれを有する光学機器に関する。

【0002】この他本発明は、光学系の一部のレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させることにより、該光学系が振動（傾動）した時の撮影画像（画像）のぶれを光学的に補正して静止画像を得るようにし撮影画像の安定化を図ったビデオカメラや銀塩写真用カメラ、デジタルカメラなどに好適な防振機能を有したズームレンズ及びそれを有する光学機器に関するものである。

【0003】

【従来の技術】進行中の車や航空機等移動物体上から撮影しようとする、撮影系に振動が伝わり手振れとなり撮影画像にぶれが生じる。従来より撮影画像のぶれを防止する機能（防振機能）を有した防振光学系（ズームレンズ）が種々提案されている。

【0004】例えば、特開昭56-21133号公報では、光学装置に振動状態を検知する検知手段を設け、該検知手段からの出力信号に応じて、光学装置内の一部の光学部材を、振動による画像の振動的変位を相殺する方向に移動させることにより画像のぶれを補正し（防振を行い）画像の安定化を図っている。特開昭61-223819号公報では、最も物体側に可変頂角プリズムを配置した撮影系において、撮影系の振動に対応させて該可変頂角プリズムのプリズム頂角を変化させて画像のぶれを補正し、画像の安定化を図っている。特開平1-11

6619号公報や特開平2-124521号公報では、加速度センサーを利用して撮影系の振動を検出し、この時得られる信号に応じ、撮影系の一部のレンズ群を光軸と垂直方向に振動させることにより画像のぶれを補正し、静止画像を得ている。

【0005】また特開平7-128619号公報では、正、負、正、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群より成る4群構成のズームレンズにおいて第3レンズ群を正、負の屈折力の二つのレンズ群より構成し、このうち正の屈折力のレンズ群を振動させることにより画像のぶれを補正している。特開平7-199124号公報では、正、負、正、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群より成る4群構成のズームレンズにおいて、第3レンズ群全体を振動させて画像のぶれを補正している。一方、特開平5-60974号公報では、正、負、正、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群より成る4群構成のズームレンズにおいて、第3レンズ群を正レンズとメニスカス形状の負レンズより成るテレフォトタイプとしてレンズ全長の短縮化を図っている。

【0006】また、本出願人は、特開平10-260356号公報、特開平11-295594号公報、特開2001-42213号公報、特開2001-66500号公報、特開2000-321494号公報にて正、負、正、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群より成る4群構成のズームレンズにおいて、第3レンズ群全体を振動させて画像のぶれを補正するズームレンズを開示している。

【0007】このうち特開平10-260356号公報、特開平11-295594号公報では、第2レンズ群を3枚のレンズで構成した例を開示している。又、特開2001-66500号公報、特開2000-321494号公報では、第4レンズ群を3枚のレンズで構成した例を開示している。また特開2000-321494号公報では第2レンズ群を4枚のレンズ、第3レンズ群を3枚のレンズ、第4レンズ群を2枚のレンズで構成した例を開示している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】一般に、画像のぶれを補正する防振手段を撮影系の前方に配置し、該防振手段の構成する一部の可動レンズ群（可動部材）を振動させて撮影画像のぶれを無くし、静止画像を得る方法は装置全体が大型化し、且つ該可動レンズ群を移動させるための移動機構が複雑化してくるという問題点があった。

【0009】又、可変頂角プリズムを利用して防振を行う光学系では、特に長焦点距離側において防振時に偏心倍率色収差の発生量が多くなるという問題点があった。

【0010】一方、撮影系の一部のレンズを光軸に対して垂直方向に平行偏心させて防振を行う防振光学系においては、防振のために特別に余分な光学系を必要としないという利点はあるが、移動させるレンズのための空間

を必要とし、また防振時における偏心収差の発生量が多くなってくるという問題点があった。

【0011】また正、負、正、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群より成る4群構成のズームレンズにおいて、第3レンズ群全体を光軸に垂直方向に移動させて防振を行った場合、第3レンズ群を全長短縮のため正レンズとメニスカス形状の負レンズのテレフォトタイプで構成したとき、偏心コマや偏心像面湾曲といった偏心収差が多く発生して画質が劣化するという問題点があった。

【0012】また正、負、正、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群より成る4群構成のズームレンズの第2レンズ群を3枚のレンズで構成すると、第2レンズ群の屈折力を大きくして変倍の際の移動量を短縮しようとした場合に倍率色収差の補正が不十分となる傾向があった。

【0013】またこのタイプの4群構成のズームレンズの第4レンズ群を3枚以上のレンズで構成すると2枚のレンズを用いた構成に比べ小型化の点で不利となるばかりか、変倍およびフォーカシングの際に第4レンズ群が移動する際の駆動トルクが大きくなる傾向があった。

【0014】本発明は 高変倍比で多くの画素よりなる固体撮像素子を用いたときにも 十分対応できる高い光学性能を有したズームレンズ及びそれを有する光学機器の提供を目的とする。

【0015】この他本発明は、光学系の一部を構成する比較的小型軽量のレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて、該光学系が振動（傾動）したときの画像のぶれを補正するように構成するとともに、画素のぶれを補正するためのレンズ群の構成を適切なものとするにより、装置全体の小型化、機構上の簡素化及び駆動手段の負荷の軽減化を図りつつ、該レンズ群を偏心させた時の偏心収差を良好に補正した防振機能を有し、100万画素以上の画素を含む撮像素子を用いたカメラであっても 十分対応することができるズームレンズ及びそれを有する光学機器の提供を目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明のズームレンズは物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群、変倍機能を有する負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、変倍により変動する像面を補正すると共に合焦機能を有する正の屈折力の第4レンズ群を有するズームレンズにおいて、該第2レンズ群は物体側より順に、屈折力の絶対値が物体側に比べ像側に強く、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負の第21レンズ、負の第22レンズ、物体側に凸面を向けた正の第23レンズ、負の第24レンズからなり、第3レンズ群は物体側より順に、物体側に凸面を向けた正の第31レンズ、像側に凹面を向けた負の第32レンズ、正の第33レンズからなり、第4レンズ群は正レンズ、負レンズからな

り、該第32レンズの像側のレンズ面の曲率半径を $R32b$ 、該第33レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を $R33a$ 、該第3レンズ群の焦点距離を $f3$ 、広角端での全系の焦点距離を $fw$ とすると、

$$0.1 < R32b / R33a < 0.9$$

$$3.0 < f3 / fw < 4.0$$

を満足することを特徴としている。

【0017】請求項2の発明は請求項1の発明において前記第32レンズの焦点距離を $f32$ 、前記第2レンズ群の焦点距離を $f2$ 、前記第4レンズ群の焦点距離を $f4$ とすると、

$$0.8 < |f32| / f3 < 1.35$$

$$1.0 < |f2| / fw < 1.5$$

$$3.1 < f4 / fw < 4.1$$

を満足することを特徴としている。

【0018】請求項3の発明は請求項2の発明において前記第31レンズは、物体側に凸面を向けたメニスカス形状でかつ物体側のレンズ面が非球面であることを特徴としている。

【0019】請求項4の発明のズームレンズは物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群、変倍機能を有する負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、変倍により変動する像面を補正すると共に合焦機能を有する正の屈折力の第4レンズ群を有したズームレンズにおいて、該第2レンズ群は物体側より順に、屈折力の絶対値が物体側に比べ像側に強く、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負の第21レンズ、負の第22レンズ、物体側に凸面を向けた正の第23レンズ、負の第24レンズからなり、該第3レンズ群は物体側より順に、物体側に凸面を向けた正の第31レンズ、像側に凹面を向けた負の第32レンズ、正の第33レンズからなり、該第4レンズ群は正レンズ、負レンズからなり、該第32レンズの像側のレンズ面の曲率半径を $R32b$ 、該第33レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を $R33a$ 、該第31レンズの材料の屈折率を $N31$ 、該第33レンズの材料のアッペ数を $\nu33$ とすると、

$$0.1 < R32b / R33a < 0.9$$

$$1.55 < N31 < 1.85$$

$$65 < \nu33$$

を満足することを特徴としている。

【0020】請求項5の発明は請求項4の発明において前記第31レンズは、物体側に凸面を向けたメニスカス形状でかつ両レンズ面とも非球面であることを特徴としている。

【0021】請求項6の発明は請求項5の発明において前記第31レンズの物体側のレンズ面の曲率半径と3次非球面係数を各々 $R31a$ 、 $A'31$ とすると、

$$0.001 < R31a \times (|A'31|)^{1/2} < 0.2$$

を満足することを特徴としている。

【0022】請求項7の発明は請求項1～6のいずれか

1項の発明において前記第3レンズ群全体を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて結像位置を変位させることを特徴としている。

【0023】請求項8の発明は請求項1から7の発明のズームレンズが撮像素子上に像を形成する為の光学系であることを特徴としている。

【0024】請求項9の発明の光学機器は請求項1～8のいずれか1項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する撮像素子を有することを特徴としている。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する光学機器の実施形態について説明する。

【0026】図1は本発明の実施形態1の広角端におけるレンズ断面図、図2、図3、図4は本発明の実施形態1の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0027】図5は本発明の実施形態2の広角端におけるレンズ断面図、図6、図7、図8は本発明の実施形態2の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0028】図9は本発明の実施形態3の広角端におけるレンズ断面図、図10、図11、図12は本発明の実施形態3の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0029】図13は本発明の実施形態4の広角端におけるレンズ断面図、図14、図15、図16は本発明の実施形態4の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0030】図17は本発明のズームレンズの近軸屈折力配置の要部概略図である。

【0031】図18は本発明において、光学系が振動したときに生ずる画像ぶれを補正する光学的原理の説明図である。

【0032】各実施形態のズームレンズのレンズ断面図と図17において、L1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は正の屈折力の第4レンズ群である。SPは開口絞りであり、第3レンズ群L3の前方に位置している。

【0033】Gは光学フィルター、フェースプレート等に相当する光学ブロックである。IPは像面であり、撮像手段の撮像面が位置している。FPはフレアカット絞りであり、不要光をカットしている。

【0034】各実施形態では、第3レンズ群L3の全部を光軸と垂直方向の成分を持つように移動（変移）させることにより、光学系全体が振動（傾動）したときの撮影画像のぶれを補正している。尚、第3レンズ群L3の一部を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて撮影画像のぶれを補正しても良い。

【0035】各実施形態では、広角端から望遠端への変倍(ズーム)に際して矢印のように、第2レンズ群L2を像面側へ移動させると共に、変倍に伴う像面変動を第4レンズ群L4を移動させて補正している。また、第4レンズ群L4を光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤフォーカス式を採用している。第4レンズ群L4に関する実線の曲線4aと点線の曲線4bは、各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡を示している。尚、第1レンズ群L1と第3レンズ群L3は、変倍及びフォーカスの為には光軸方向に不動である。

【0036】各実施形態においては、第4レンズ群L4を移動させて変倍に伴う像面変動の補正を行うと共に、第4レンズ群L4を移動させてフォーカスを行うようにしている。特に、曲線4a、4bに示すように、広角端から望遠端への変倍に際して物体側へ凸状の軌跡を有するように移動させている。これにより第3レンズ群L3と第4レンズ群L4との空間の有効利用を図り、レンズ全長の短縮化を効果的に達成している。各実施形態において例えば、望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には、矢印4cに示すように第4レンズ群L4を前方に繰り出すことで行っている。

【0037】各実施形態においては、第3レンズ群L3を光軸と垂直方向の成分を持つように移動(変移)させて光学系全体が振動したときの像ぶれを補正するようにしている。これにより、可変頂角プリズム等の光学部材や防振のためのレンズ群を新たに付加することなく防振を行うようにし、光学系全体が大型化するのを防止している。

【0038】次にレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて撮影画像のぶれを補正する防振系の光学的原理を図18を用いて説明する。

【0039】図18(A)に示すように、光学系が物点P側より順に固定群(固定レンズ群)Y1、偏心群(偏心レンズ群、シフト群)Y2そして固定群(固定レンズ群)Y3の3つのレンズ群から成り立っており、光学系から十分に離れた光軸La上の物点Pが撮像面IPの中心に像点pとして結像しているものとする。今、撮像面IPを含めた光学系全体が、図18(B)のように手ぶれにより瞬間的に傾いたとすると、物点Pは像点p'にやはり瞬間的に移動し、ぶれた画像となる。一方、偏心群Y2を光軸Laと垂直方向に移動させると、図18(C)のように、像点pは点p'に移動し、その移動量と方向は光学系の屈折力配置に依存し、そのレンズ群の偏心敏感度として表される。そこで図18(B)で、手ぶれによってずれた像点p'を偏心群Y2を適切な量だけ光軸と垂直方向に移動させることによって、もとの結像位置pに戻すことで図18(D)に示すとおり、手ぶれ補正つまり防振を行っている。

【0040】今、光軸を $\theta^\circ$ 補正するために必要な偏心群Y2の移動量(シフト量)を $\Delta$ 、光学系全体の焦点距離をf、偏心群Y2の偏心敏感度をTSとすると移動量 $\Delta$ は以下の式で与えられる。

$$【0041】\Delta = f \cdot \tan(\theta) / TS$$

今、偏心群Y2の偏心敏感度TSが大きすぎると、移動量 $\Delta$ は小さな値となり防振に必要なシフト群Y2の移動量は小さく出来るが、適切に防振を行うための制御が困難になり、補正残りが生じてしまう。特に、ビデオカメラやデジタルスチルカメラでは、CCDなどの撮像素子のイメージサイズが銀塩フィルムと比べて小さく、同一画角に対する焦点距離が短いため、同一角度を補正するための偏心群Y2のシフト量 $\Delta$ が小さくなる。従って、メカの精度が同程度だと画面上での補正残りが相対的に大きくなることになってしまう。

【0042】一方偏心敏感度TSが小さすぎると制御のために必要な偏心群Y2の移動量が大きくなってしまい、偏心群Y2を駆動するためのアクチュエーターなどの駆動手段も大きくなってしまう。

【0043】各実施形態では、各レンズ群の屈折力配置を適切な値に設定することで、第3レンズ群L3の偏心敏感度TSを適正な値とし、メカの制御誤差による防振の補正残りが少なく、アクチュエーターなどの駆動手段の負荷も少ないズームレンズを達成している。

【0044】次に各実施形態のレンズ構成の特徴について説明する。

【0045】各実施形態では第3レンズ群L3を物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正の第31レンズ、像面側に凹面をむけたメニスカス形状の負の第32レンズ、正の第33レンズで構成している。第31レンズはその物体側の面が非球面形状より成っている。第3レンズ群L3中に像面側に凹面を向けたメニスカス形状の第32レンズを設けることにより第3レンズ群L3全体をテレフォトタイプのレンズ構成として第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の主点間隔を短縮し、レンズ全長の短縮化を達成している。

【0046】第3レンズ群L3中に、このようなメニスカス形状の負の第32レンズを設けた場合、そのレンズ面で正の歪曲収差が発生し、これが防振時における偏心歪曲が大きくなる原因となる。この偏心歪曲を低減させるには第3レンズ群L3全体で発生する歪曲収差を少なくしてやればよい。各実施形態ではメニスカス形状の負の第32レンズの像面側に正の第33レンズを配置することによってある程度のテレフォトタイプのレンズ構成を維持しつつ、第3レンズ群L3内で歪曲収差を補正し、第3レンズ群L3をシフトして防振を行う際に発生する偏心歪曲収差の発生を低減している。

【0047】また各実施形態では第31レンズの物体側の面を非球面形状とすることにより、第3レンズ群L3で発生する球面収差を抑制するとともに、防振時に発生

する偏心コマ収差を低減している。さらに第31レンズの像側の面も非球面とすると高次の球面収差と偏心コマ収差の補正が両立しやすくなり、より大口径化を図ることができる。

【0048】また各実施形態では第4レンズ群L4を1枚の正の第41レンズと1枚の負の第42レンズで構成することにより色収差の補正とレンズ系全体のコンパクト化の両立を図っている。

【0049】また100万画素以上の撮像素子を用いたデジタルカメラ、ビデオカメラ用のズームレンズのような高解像力が必要な光学系では、変倍に伴う倍率色収差を十分に補正する必要がある。そのためには第2レンズ群L2は少なくとも3枚の負レンズと1枚の正レンズを有するようにしている。第2レンズ群L2を2枚の負レンズで構成し、レンズ全長を短縮するために第2レンズ群L2の屈折力を大きくして変倍に伴う移動量を小さくしようとすると、倍率色収差の補正が困難になる。各

$$0.1 < R32b/R33a < 0.9 \quad \dots (1)$$

$$3.0 < f3/fw < 4.0 \quad \dots (2)$$

$$0.8 < |f32|/f3 < 1.35 \quad \dots (3)$$

$$1.0 < |f2|/fw < 1.5 \quad \dots (4)$$

$$3.1 < f4/fw < 4.1 \quad \dots (5)$$

$$1.55 < N31 < 1.85 \quad \dots (6)$$

$$65 < \nu33 \quad \dots (7)$$

$$0.001 < R31a \times (|A'31|)^{1/2} < 0.2 \quad \dots (8)$$

なる条件式のうち1以上を満足するようにしている。

【0051】次に各条件式の技術的意味について説明する。

【0052】条件式(1)は第3レンズ群L3の第32レンズの像側の面と第33レンズの物体側の面で構成される空気レンズの形状を規定した式である。第33レンズの物体側の面が第32レンズの像側の面と同じ曲率半径のとき条件式(1)は1となるため、条件式(1)が1未満にて空気レンズの屈折力は負となる。第31レンズの物体側の面でプラス側になりがちなベッツバール和を補正するためには空気レンズの屈折力は負であるのがよい。特にベッツバール和を良好に補正するためには条件式(1)の上限を越えないことが好ましい。また条件式(1)の下限を越えて空気レンズの負の屈折力が強くなりすぎると第32レンズと第33レンズの偏芯精度が厳しくなり製造誤差により偏心コマ収差、像面倒れが発生するため好ましくない。

【0053】条件式(2)は第3レンズ群L3の焦点距離を規定した式である。条件式(2)の上限を越えて第3レンズ群L3の焦点距離が長すぎると絞りから像面までの距離が長くなりレンズ系全体の小型化の点でよくない。下限を越えて第3レンズ群L3の焦点距離が短すぎると第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔が短くなりすぎ第4レンズ群L4が変倍と合焦のために必要とする移動空間が十分確保できなくなりよくない。

実施形態では第2レンズ群L2を物体側から順に、屈折力の絶対値が物体側に比べ像側に強く、像面側に凹面を向けたメニスカス形状の負の第21レンズ、負の第22レンズ、物体側に凸面を向けた正の第23レンズ、負の第24レンズで構成し、第2レンズ群L2の前後の対称性を小さくすることで主点の色消し効果を高め、倍率色収差の補正を効果的に行なっている。

【0050】そして、各実施形態では該第32レンズの像側のレンズ面の曲率半径をR32b、該第33レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をR33a、第iレンズ群の焦点距離をfi、広角端における全系の焦点距離をfw、該第32レンズの焦点距離をf32、該第31レンズの材料の屈折率をN31、該第33レンズの材料のアップ数を $\nu33$ 、前記第31レンズの物体側のレンズ面の曲率半径と3次非球面係数を各々R31a、A'31とすると、

【0054】条件式(3)は第32レンズの焦点距離を規定した式である。条件式(3)の上限を越えて第32レンズの焦点距離が長すぎると第3レンズ群L3をテレフォトタイプのレンズ構成として第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の主点間隔を短縮し、レンズ全長を短縮する効果が薄れてしまいレンズ系全体の小型化の点でよくない。下限を越えて第32レンズの焦点距離が短すぎると球面収差、コマ収差とともに良好に補正することが困難となるためよくない。

【0055】条件式(4)は第2レンズ群L2の焦点距離を規定した式である。条件式(4)の上限を越えて第2レンズ群L2の焦点距離が長すぎると変倍に必要な第2レンズ群L2の移動量が増大するためレンズ全長が長くなるだけでなく前玉径の増大も招くためよくない。下限を越えて第2レンズ群L2の焦点距離が短すぎるとベッツバール和が負の方向に大となりオーバー側に像面彎曲が発生するためよくない。

【0056】条件式(5)は第4レンズ群L4の焦点距離を規定した式である。条件式(5)の上限を越えて第4レンズ群L4の焦点距離が長すぎるとレンズバックが長くなり小型化の点でよくない。下限を越えて第4レンズ群L4の焦点距離が短すぎるとレンズ全長の短縮の点では有利であるがフィルター等を挿入するために必要な長さのバックフォーカスが確保できなくなってくるので良くない。

【0057】条件式(6)は第31レンズの材料の屈折率を規定した式である。上限を超えて屈折率が大きすぎると一般に精密加工が難しくなるためよくない。また一般に上限を超える硝材はアッペ数が小さく分散が大きいため色収差補正の点でも好ましくない。下限を超えて屈折率が小さすぎると所望の屈折力を得るために特に物体側の面の曲率がきつくなり、球面収差の補正とコマ収差の補正の両立が困難となるばかりか、防振のために第3レンズ群L3を光軸に垂直方向の成分を持つように移動させたときの第31レンズへの入射角変動が大きすぎて偏芯コマ収差、像面倒れが発生し防振時の性能劣化を招くためよくない。

【0058】条件式(7)は第33レンズの材料のアッペ数を規定する式である。条件式(7)の下限を超えてアッペ数が小さくなると分散が大きくなり特に軸上色収差が補正不足となるためよくない。

【0059】条件式(8)は第31レンズの物体側の面の非球面形状を規定する式である。数値実施例ではmm単位で表わしている為、上限値と下限値の単位はmmとなっている。

【0060】正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る4群ズームレンズにおいて、特に変倍比が高い場合、絞り開放での軸上光束は広角端では絞りにて径が決められる。又、望遠端では第1レンズ群又は第2レンズ群の有効径を決めることにより前玉の小型化を図っている。この場合、軸上ランド光線が第3レンズ群L3中の各レンズを通過する高さは広角端より望遠端で低くなる。よって第3レンズ群L3中に用いられる非球面では、望遠

$$\begin{aligned} 0.12 < R_{32b}/R_{33a} < 0.85 & \dots (1a) \\ 3.1 < f_3/fw < 3.9 & \dots (2a) \\ 0.85 < |f_{32}|/f_3 < 1.30 & \dots (3a) \\ 1.05 < |f_2|/fw < 1.4 & \dots (4a) \\ 3.2 < f_4/fw < 4.0 & \dots (5a) \\ 1.65 < N_{31} < 1.82 & \dots (6a) \\ 68 < \nu_{33} & \dots (7a) \\ 0.01 < R_{31a} \times (|A'_{31}|)^{1/2} < 0.16 & \dots (8a) \end{aligned}$$

各実施形態において、防振時の光量変化の低減を図るためには変倍時に絞りSPの開口径を望遠側で小さくして中心光束を制限することで相対的に周辺光量を増加するようにしてやるのが良い。

【0064】また第3レンズ群L3は、防振のために光軸と直交する方向に移動する長さ分、レンズ有効径をそれだけ大きくしてやるのが良い。従って余計な軸上光束が入り過ぎないようにするには第3レンズ群L3の物体側あるいは像面側に固定の絞りを配置するのが望ましい。各実施形態では第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間に固定絞りFPを配置することでスペースを有効に利用しつつ、不要な光束が入らないようにしている。

【0065】以上のように、各実施形態では、ズームレンズの一部を構成する比較的小型軽量の第3レンズ群L

端での軸上ランド光線が通る高さまでの非球面形状は変倍全域の収差補正に関与するが、これより高い位置での非球面形状は広角側の収差補正に関与する。よって非球面の周辺部は広角側の高次の球面収差補正のために形状を設定することが可能である。レンズ中心域とレンズ周辺域をある程度独立して形状をコントロールするには、非球面の形状を特定する式において次数の離れた低次係数と高次係数を適切に設定するのが有効である。よって光軸から中間の高さまでは比較的低次の非球面項の組合せにて緩やかな曲率変化とし、中間の高さ以上では高次の非球面項により低次の非球面項から定義されるレンズ周辺形状を補正して所望の曲率変化となるようにするのがよい。このためには非球面項として最も低次である3次から高次側は9～10次程度までの非球面係数を有する定義式が望ましい。特に3次非球面係数を用いることにより光軸近傍から中間の高さまでの曲率を緩やかに変化させることが可能となる。

【0061】条件式(8)の上限を超えて曲率半径R31aに対して3次非球面係数A'31が大きくなると光軸近傍の曲率変化が大きすぎるため、特に望遠側の球面収差に対し補正過剰となりよくない。また下限を超えて曲率半径R31aに対して3次非球面係数A'31が小さすぎると中間の高さまで緩やかに曲率変化させる効果が薄れてくるため、広角端における低次と高次の球面収差の両立が難しくなりよくない。

【0062】尚、更に好ましくは前述の各条件式の数値を次のごとく設定するのが良い。

【0063】

3を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて、該ズームレンズが振動(傾動)したときの画像のぶれを補正するように構成するとともに、画像ぶれを補正するための第3レンズ群L3のレンズ構成および屈折力配置等を適切なものとする事により、装置全体の小型化、機構上の簡素化及び駆動手段の負荷の軽減化を図りつつ該第3レンズ群L3を偏心させた時の偏心収差を良好に補正した防振機能を有し、100万画素以上のデジタルカメラ、ビデオカメラにも十分対応出来るズームレンズを達成している。

【0066】次に、本発明の実施形態1～4に各々対応する数値実施例1～4を示す。各数値実施例においてiは物体側からの光学面の順序を示し、Riは第i番目の光学面(第i面)の曲率半径、Diは第i面と第i+1

面との間の間隔、 $N_i$ と $\nu_i$ はそれぞれd線に対する第i番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数を示す。またkを離心率、 $A', B', C', D', E'$ を非球面係数、光軸からの高さhの位置での光

軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとすると、非球面形状は、

【0067】

【数1】

$$x = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + A'H^4 + B'H^6 + B'H^8 + CH^8 + C'H^8 + D'H^{10} + D'H^{10} + E'H^{10}$$

【0068】なる式で表わしている。但しRは曲率半径である。また例えば「e-Z」の表示は「10<sup>-2</sup>」を意味する。また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。fは焦点距離、FnoはFナンバー

一、 $\omega$ は半画角を示す。

【0069】

【外1】

数値実施例1

$$f=1 \sim 9.59 \quad Fno=1.85 \sim 2.10 \quad 2\omega=62.6^\circ \sim 7.0^\circ$$

R1 = 10.335	D1 = 0.25	N1 = 1.846680	$\nu$ 1 = 23.9
R2 = 4.656	D2 = 1.12	N2 = 1.603112	$\nu$ 2 = 60.6
R3 = -42.091	D3 = 0.04		
R4 = 4.083	D4 = 0.67	N3 = 1.772489	$\nu$ 3 = 49.6
R5 = 11.789	D5 = 可変		
R6 = 10.420	D6 = 0.14	N4 = 1.834807	$\nu$ 4 = 42.7
R7 = 1.118	D7 = 0.57		
R8 = -3.352	D8 = 0.14	N5 = 1.804000	$\nu$ 5 = 46.6
R9 = 10.125	D9 = 0.07		
R10 = 2.419	D10 = 0.50	N6 = 1.846680	$\nu$ 6 = 23.9
R11 = -5.445	D11 = 0.12	N7 = 1.834807	$\nu$ 7 = 42.7
R12 = 5.459	D12 = 可変		
R13 = 絞り	D13 = 0.33		
R14 = 1.895	D14 = 0.67	N8 = 1.740130	$\nu$ 8 = 49.2
R15 = 21.306	D15 = 0.29		
R16 = 3.760	D16 = 0.14	N9 = 1.846680	$\nu$ 9 = 23.9
R17 = 1.682	D17 = 0.22		
R18 = 9.678	D18 = 0.36	N10 = 1.487490	$\nu$ 10 = 70.2
R19 = -4.176	D19 = 0.19		
R20 = 7.7絞り	D20 = 可変		
R21 = 2.679	D21 = 0.64	N11 = 1.696797	$\nu$ 11 = 55.5
R22 = -2.685	D22 = 0.12	N12 = 1.846680	$\nu$ 12 = 23.9
R23 = -14.913	D23 = 0.72		
R24 = $\infty$	D24 = 0.72	N13 = 1.509000	$\nu$ 13 = 58.6
R25 = $\infty$			

可変距離	焦点距離	1.00	4.52	9.59
D5		0.14	2.71	3.44
D12		3.82	1.26	0.33
D20		1.09	0.43	1.16

非球面係数

R14	k=-0.62288e-01	B=0.00000e+00	C=0.00000e+00	D=0.00000e+00	E=0.00000e+00
A'	-2.88817e-4	B'=2.39929e-03	C'=-2.21228e-03	D'=-5.24692e-04	
R15	k=1.16495e+02	B=0.00000e+00	C=0.00000e+00	D=0.00000e+00	E=0.00000e+00
A'	-0.16817e-04	B'=1.78477e-03	C'=-4.88585e-03	D'=0.00000e+00	

【0070】

【外2】

数值表列2

$f=1 \sim 1.65$   $Fno=1.85 \sim 1.95$   $2\omega=62.9' \sim 7.2'$

R 1 = 10.812	D 1 = 0.27	N 1 = 1.845680	$\nu$ 1 = 22.9
R 2 = 4.979	D 2 = 1.10	N 2 = 1.602112	$\nu$ 2 = 62.6
R 3 = -70.166	D 3 = 0.04		
R 4 = 4.479	D 4 = 0.65	N 3 = 1.772499	$\nu$ 3 = 48.0
R 5 = 12.879	D 5 = 可空		
R 6 = 10.686	D 6 = 0.15	N 4 = 1.834000	$\nu$ 4 = 37.2
R 7 = 1.210	D 7 = 0.58		
R 8 = -3.404	D 8 = 0.13	N 5 = 1.806098	$\nu$ 5 = 40.9
R 9 = 5.546	D 9 = 0.11		
R10 = 2.883	D10 = 0.63	N 6 = 1.846860	$\nu$ 6 = 23.9
R11 = -2.711	D11 = 0.11	N 7 = 1.806098	$\nu$ 7 = 40.9
R12 = 26.808	D12 = 可空		
R13 = 板U	D13 = 0.22		
R14 = 1.910	D14 = 0.60	N 8 = 1.581126	$\nu$ 8 = 63.4
R15 = 30.877	D15 = 0.56		
R16 = 3.577	D16 = 0.13	N 9 = 1.845860	$\nu$ 9 = 23.9
R17 = 1.858	D17 = 0.15		
R18 = 3.774	D18 = 0.37	N10 = 1.487490	$\nu$ 10 = 70.2
R19 = -7.345	D19 = 0.18		
R20 = 7.77外数U	D20 = 可空		
R21 = 2.808	D21 = 0.64	N11 = 1.896797	$\nu$ 11 = 65.6
R22 = -2.755	D22 = 0.11	N12 = 1.846860	$\nu$ 12 = 23.9
R23 = -14.108	D23 = 0.75		
R24 = $\infty$	D24 = 0.75	N13 = 1.516330	$\nu$ 13 = 64.1
R25 = $\infty$			

可空開隔 \ 定點距離	1.00	4.54	8.65
D 5	0.15	3.11	3.95
D12	4.14	1.18	0.35
D20	1.04	0.42	1.13

非球面係數

R14 k=2.10244e-02 B=0.00000e+00 C=7.68483e-02 D=2.59560e-02 E=-2.21234e-03  
 $A'=-1.87427e-03$   $B'=-1.86927e-02$   $C'=-6.69151e-02$   $D'=4.94684e-04$   
R15 k=-4.04205e-01 B=0.00000e+00 C=0.00000e+00 D=0.00000e+00 E=0.00000e+00  
 $A'=1.09639e-03$   $B'=1.48458e-02$   $C'=7.72739e-04$   $D'=0.09000e+00$

【0071】

【外3】

## 数据表例3

 $f=1 \sim 2.57 \quad f' n o = 1.85 \sim 2.21 \quad 2\omega = 50.6' \sim 7.0'$ 

R 1 = 10.351	D 1 = 0.25	M 1 = 1.846689	$\nu$ 1 = 23.9
R 2 = 4.487	D 2 = 1.12	M 2 = 1.603112	$\nu$ 2 = 60.6
R 3 = -40.873	D 3 = 0.04		
R 4 = 3.867	D 4 = 0.67	M 3 = 1.772499	$\nu$ 3 = 49.6
R 5 = 11.786	D 5 = 可能		
R 6 = 10.482	D 6 = 0.14	M 4 = 1.834807	$\nu$ 4 = 42.7
R 7 = 1.065	D 7 = 0.62		
R 8 = -2.593	D 8 = 0.14	M 5 = 1.772499	$\nu$ 5 = 49.6
R 9 = 12.341	D 9 = 0.07		
R10 = 2.581	D10 = 0.50	M 6 = 1.846689	$\nu$ 6 = 23.9
R11 = -2.906	D11 = 0.12	M 7 = 1.834807	$\nu$ 7 = 42.7
R12 = 7.716	D12 = 可能		
R13 = 较U	D13 = 0.14		
R14 = 1.831	D14 = 0.67	M 8 = 1.693500	$\nu$ 8 = 53.2
R15 = 26.916	D15 = 0.28		
R16 = 2.364	D16 = 0.14	M 9 = 1.846689	$\nu$ 9 = 23.9
R17 = 1.662	D17 = 0.14		
R18 = 3.158	D18 = 0.43	M10 = 1.487490	$\nu$ 10 = 70.2
R19 = -8.077	D19 = 0.19		
R20 = 797371 较U	D20 = 可能		
R21 = 2.531	D21 = 0.84	M11 = 1.695797	$\nu$ 11 = 55.5
R22 = -2.189	D22 = 0.12	M12 = 1.846689	$\nu$ 12 = 23.9
R23 = -8.757	D23 = 0.72		
R24 = $\infty$	D24 = 0.72	M13 = 1.600000	$\nu$ 13 = 58.6
R25 = $\infty$			

焦点距离	1.00	4.41	9.57
可观测范围			
D 5	0.14	2.67	2.39
D12	2.44	0.91	0.19
D20	1.68	0.90	1.57

## 非球面数据

R14  $k=-1.62497e-01$  B=0.00000e+00 C=0.00000e+00 D=0.00000e+00 E=0.00000e+00  
 $A'=-2.07218e-03$  B'=1.19667e-03 C'=2.02053e-04 D'=-1.80774e-04  
R16  $k=1.02391e+01$  B=0.00000e+00 C=0.00000e+00 D=0.00000e+00 E=0.00000e+00  
 $A'=1.49059e-03$  B'=2.74116e-02 C'=-4.88937e-03 D'=0.00000e+00

【0072】

【外4】

## 数値実施例4

$$f=1 \sim 2.58 \quad F\#0 = 1.84 \sim 2.11 \quad 2\omega = 60.6^\circ \sim 7.0^\circ$$

R 1 = 9.620	D 1 = 0.25	R 1 = 1.845650	$\nu$ 1 = 21.9
R 2 = 4.566	D 2 = 1.12	R 2 = 1.603112	$\nu$ 2 = 60.6
R 3 = -202.914	D 3 = 0.04		
R 4 = 4.388	D 4 = 0.67	R 3 = 1.772499	$\nu$ 3 = 49.6
R 5 = 12.784	D 5 = 可変		
R 6 = 7.789	D 6 = 0.14	R 4 = 1.834807	$\nu$ 4 = 42.7
R 7 = 1.110	D 7 = 0.55		
R 8 = -2.676	D 8 = 0.14	R 5 = 1.772499	$\nu$ 5 = 49.6
R 9 = 6.208	D 9 = 0.07		
R10 = 2.800	D10 = 0.48	R 6 = 1.845650	$\nu$ 6 = 21.9
R11 = -5.007	D11 = 0.12	R 7 = 1.834807	$\nu$ 7 = 42.7
R12 = 17.194	D12 = 可変		
R13 = 絞り	D13 = 0.23		
R14 = 2.446	D14 = 0.53	R 8 = 1.806100	$\nu$ 8 = 40.7
R15 = 8.718	D15 = 0.85		
R16 = 5.331	D16 = 0.14	R 9 = 1.845650	$\nu$ 9 = 21.9
R17 = 2.282	D17 = 0.03		
R18 = 2.746	D18 = 0.48	R10 = 1.487490	$\nu$ 10 = 70.2
R19 = -2.583	D19 = 0.19		
R20 = 7.727絞り	D20 = 可変		
R21 = 2.651	D21 = 0.64	R11 = 1.696797	$\nu$ 11 = 55.5
R22 = -3.172	D22 = 0.12	R12 = 1.845650	$\nu$ 12 = 21.9
R23 = -14.280	D23 = 0.72		
R24 = $\infty$	D24 = 0.72	R13 = 1.500000	$\nu$ 13 = 58.6
R25 = $\infty$			

焦点距離	1.00	4.39	9.58
可変距離			
D 5	0.14	2.94	3.73
D12	3.79	0.59	0.20
D20	1.55	0.86	1.48

## 非球面係数

$$\begin{aligned} R14 \quad k &= -2.87028e-01 \quad B = 0.00000e+00 \quad C = 0.00000e+00 \quad D = 0.00000e+00 \quad E = 0.00000e+00 \\ A' &= 2.01701e-03 \quad B' = 6.30785e-03 \quad C' = 2.87328e-04 \quad D' = 9.84463e-04 \\ R15 \quad k &= 1.35486e+01 \quad B = 0.00000e+00 \quad C = 0.00000e+00 \quad D = 0.00000e+00 \quad E = 0.00000e+00 \\ A' &= 3.69504e-03 \quad B' = 8.89108e-03 \quad C' = 0.00000e+00 \quad D' = 0.00000e+00 \end{aligned}$$

【0073】

【表1】

	数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3	数値実施例4
条件式(1)	0.174	0.492	0.520	0.831
条件式(2)	3.575	3.677	3.189	3.819
条件式(3)	1.038	1.287	1.270	0.943
条件式(4)	1.203	1.387	1.146	1.273
条件式(5)	2.842	2.951	2.342	2.665
条件式(6)	1.740	1.683	1.694	1.808
条件式(7)	70.23	70.23	70.23	70.23
条件式(8)	0.031	0.032	0.038	0.110

【0074】次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラ（光学機器）の実施形態を図19を用いて説明する。

【0075】図19において、10はビデオカメラ本体、11は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、12は撮影光学系11によって被写体像を受光するCCD等の撮像素子、13は撮像素子12が受光した被写体像を記録する記録手段、14は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子12上に形成された被写体像が表示される。

【0076】このように本発明のズームレンズをビデオカメラ等の光学素子に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器を実現している。

【0077】

【発明の効果】本発明によれば高変倍比で多くの画素よりなる固体撮像素子を用いたときにも十分対応できる高い光学性能を有したズームレンズ及びそれを有する光学機器を達成することができる。

【0078】この他本発明によれば光学系の一部を構成する比較的小型軽量のレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて、該光学系が振動（傾動）したときの画像のぶれを補正するように構成するとともに、画素のぶれを補正するためのレンズ群の構成を適切なものとするにより、装置全体の小型化、機構上の簡素化及び駆動手段の負荷の軽減化を図りつつ、該レンズ群を偏心させた時の偏心収差を良好に補正した防振機能を有し、100万画素以上の画素を含む撮像素子を用いたカメラであっても十分対応することができるズームレ

レンズ及びそれを有する光学機器を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の数値実施例1のレンズ断面図  
 【図2】 本発明の数値実施例1の広角端の収差図  
 【図3】 本発明の数値実施例1の中間のズーム位置の収差図  
 【図4】 本発明の数値実施例1の望遠端の収差図  
 【図5】 本発明の数値実施例2のレンズ断面図  
 【図6】 本発明の数値実施例2の広角端の収差図  
 【図7】 本発明の数値実施例2の中間のズーム位置の収差図  
 【図8】 本発明の数値実施例2の望遠端の収差図  
 【図9】 本発明の数値実施例3のレンズ断面図  
 【図10】 本発明の数値実施例3の広角端の収差図  
 【図11】 本発明の数値実施例3の中間のズーム位置の収差図  
 【図12】 本発明の数値実施例3の望遠端の収差図  
 【図13】 本発明の数値実施例4のレンズ断面図  
 【図14】 本発明の数値実施例4の広角端の収差図  
 【図15】 本発明の数値実施例4の中間のズーム位置の収差図

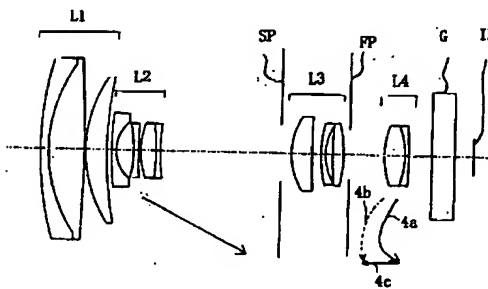
- 【図16】 本発明の数値実施例4の望遠端の収差図  
 【図17】 本発明のズームレンズの近軸屈折力配置の概略図

- 【図18】 本発明における防振の光学的原理の説明図  
 【図19】 本発明の光学機器の要部概略図

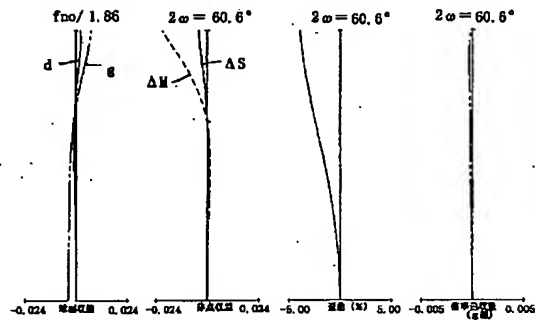
【符号の説明】

- L1 第1レンズ群  
 L2 第2レンズ群  
 L3 第3レンズ群  
 L4 第4レンズ群  
 d d線  
 g g線  
 $\Delta M$  メリディオナル像面  
 $\Delta S$  サジタル像面  
 SP 絞り  
 FP フレアークット絞り  
 IP 結像面  
 G CCDのフォースプレートやローパスフィルター等のガラスブロック  
 $\omega$  半面角  
 fno Fナンバー

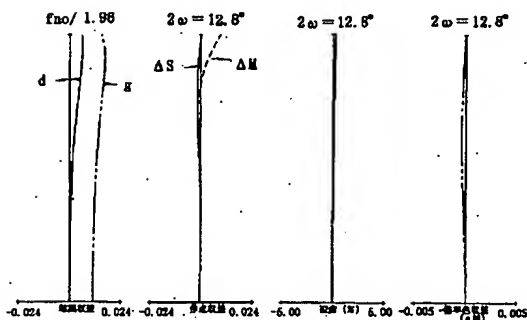
【図1】



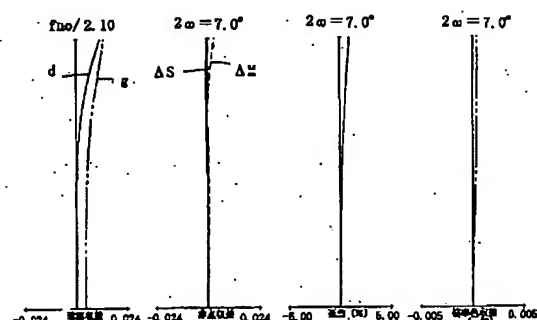
【図2】



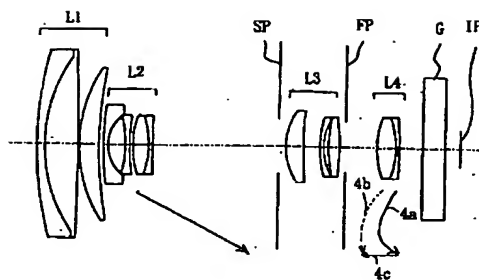
【図3】



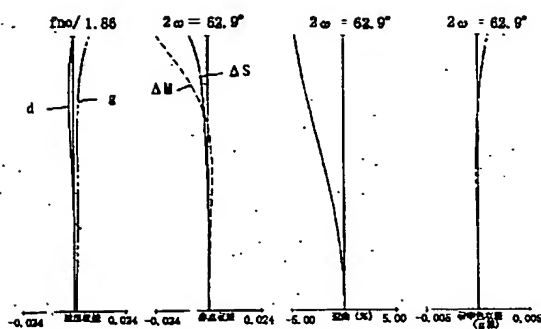
【図4】



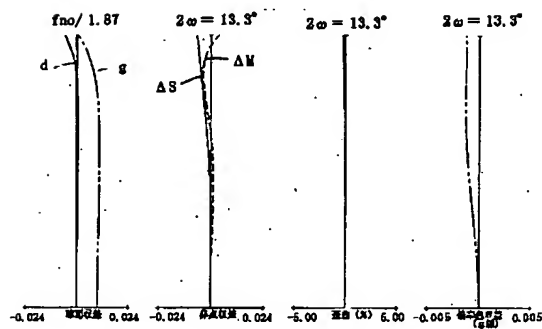
【図5】



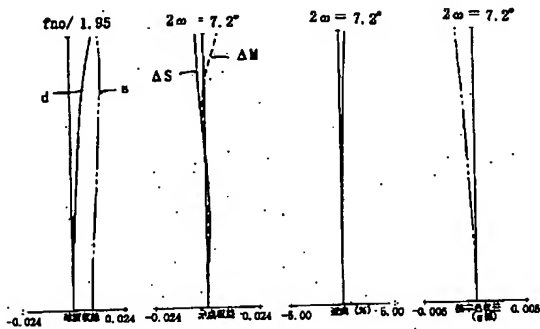
【図6】



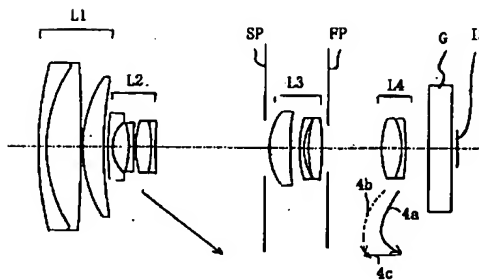
【図7】



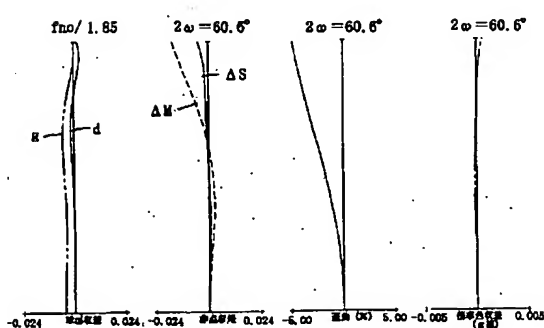
【図8】



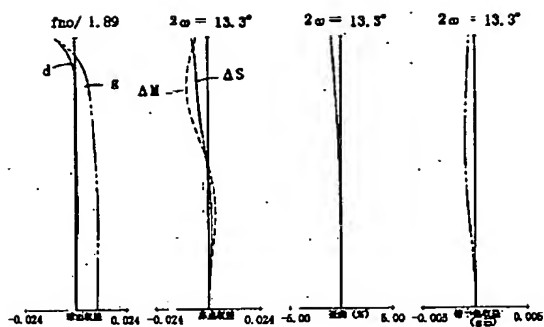
【図9】



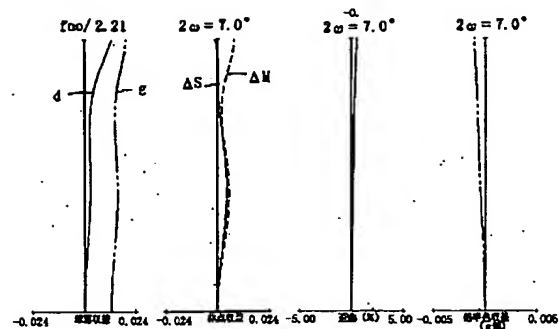
【図10】



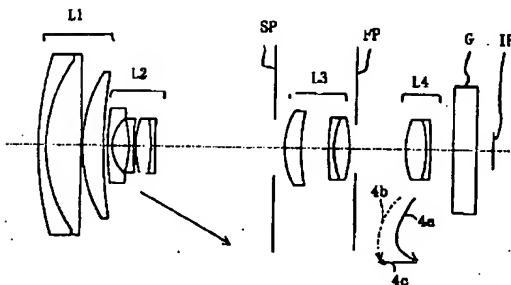
【图11】



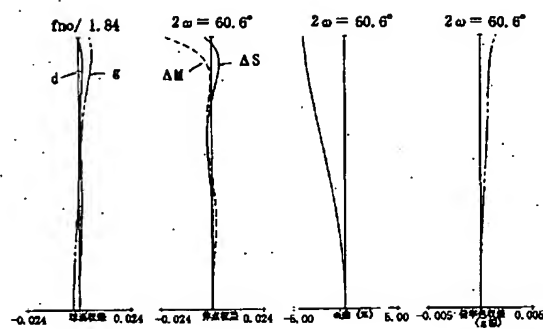
【图12】



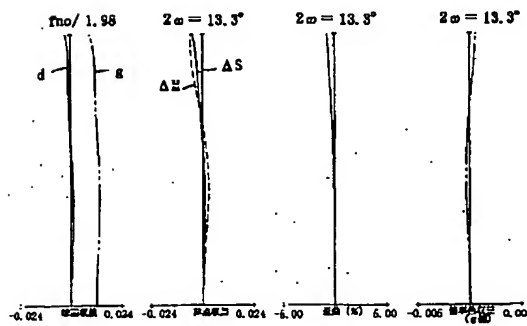
【图13】



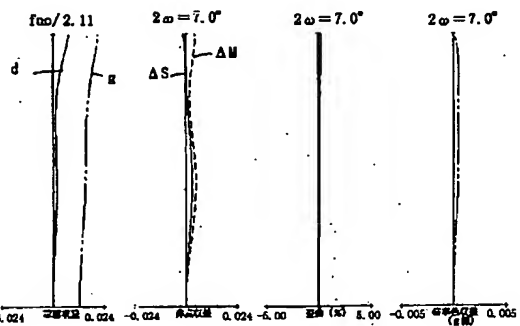
【图14】



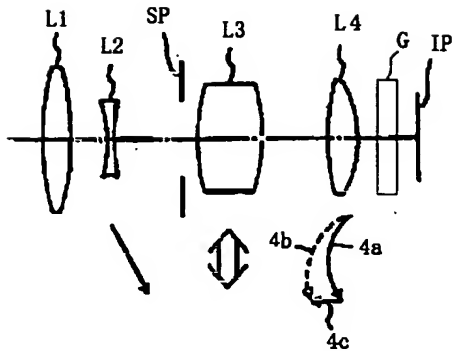
【图15】



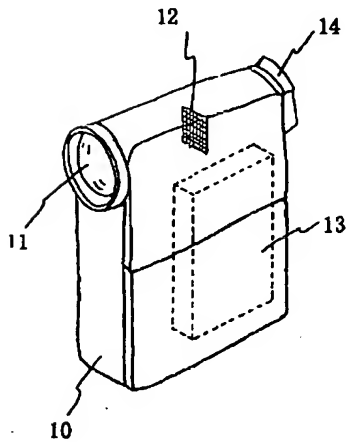
【图16】



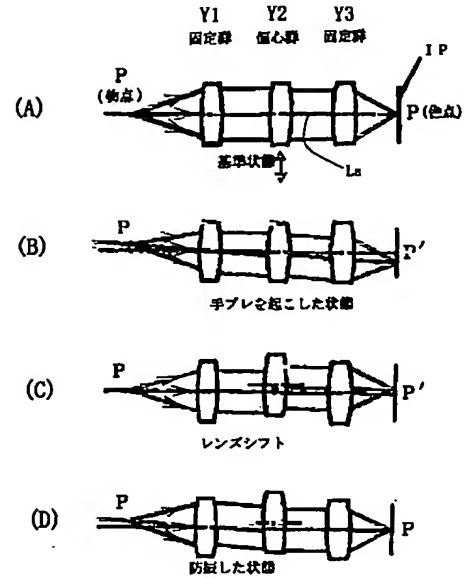
【図17】



【図19】



【図18】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

(参考)

G 0 3 B 5/00

H 0 4 N 5/225

D

H 0 4 N 5/225

G 0 2 B 7/04

Z.

Fターム(参考) 2H044 AJ06 DA00 DA01 DA02 EF04  
 2H087 KA02 KA03 MA15 NA07 PA09  
 PA20 PB12 QA02 QA07 QA17  
 QA21 QA25 QA37 QA41 QA45  
 RA05 RA12 RA32 RA37 RA42  
 RA43 RA45 SA23 SA27 SA29  
 SA32 SA63 SA65 SA72 SA74  
 SB04 SB15 SB24 SB33  
 5C022 AA00 AA13 AB21 AB55 AB66  
 AC54